

Contribution à la mise au point des modalités de lutte chimique rationnelle contre les lépidoptères carpophages en culture cotonnière pluviale.

Moussa Ali Angokai, Institut de Recherche Agricole pour le Développement BP 33 Maroua (Cameroun), E-mail : angokai@yahoo.fr

Cretenet Michel, Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Avenue Agropolis - 34398 Montpellier Cedex 5 (France)

Résumé

La rentabilité et la durabilité de la culture cotonnière nécessitent une gestion intégrée des ravageurs. Cette gestion passe par une meilleure compréhension des mécanismes de régulation naturelle dont le déclenchement dans une plante infestée, est conditionné par les facteurs abiotiques. Deux années d'expérimentations conduites au Nord Cameroun ont permis d'évaluer l'aptitude de la variété locale (Irma A1239) à tolérer les dégâts de lépidoptères carpophages en fonction des dates de mise en place de la culture. Les résultats ont montré que l'incidence des dégâts insectes simulés en début de floraison dépend de la période de semis du cotonnier. Lorsque le semis est effectué tardivement, une infestation parasitaire modérée en début de floraison affecte négativement le rendement en coton graine. En revanche, lorsque les parcelles sont ensemencées précocement, les dégâts dues aux chenilles carpophages n'ont aucune incidence sur la production finale de coton graine. L'analyse de la dynamique du développement reproducteur a révélé que la tolérance ou compensation des pertes d'organes floraux, induites par les insectes, implique une réponse de type passif différé qui se traduit par une amélioration de la rétention des sites fructifères pendant la période post-dégâts.

Mots clés : Cotonnier, conditions climatiques, lépidoptères carpophages, compensation, protection phytosanitaire.

1. Introduction

En Afrique sub-saharienne, les ravageurs du cotonnier au premier rang desquels les lépidoptères carpophages occasionnent, en l'absence de protection, d'importantes pertes de production (Silvie et Gozé, 1991 ; Renou et Deguine, 1992). Pour faire face à ces déprédateurs, les producteurs ont recours à la lutte chimique basée sur un programme de protection sur calendrier où les doses de matières actives et leurs fréquences d'application sont fixées avant la mise en place de la culture. Lorsque la pression des ravageurs s'avère faible par rapport aux doses d'insecticides appliquées, cette stratégie de protection augmente les risques de développement des résistances aux insecticides chez les ravageurs (Brévault *et al.*, 2002), ainsi que les risques de pollution de l'environnement. A l'inverse, lorsque la pression de déprédateurs est forte, une protection insuffisante peut entraîner des pertes de production. Pour assurer la durabilité de la culture cotonnière dans cette zone d'Afrique, les traitements insecticides ne devraient être effectués que lorsque les dégâts des ravageurs sont réellement préjudiciables à la culture. De nombreuses études ont montré que le cotonnier est capable de compenser les pertes d'organes reproducteurs induites par les insectes (Lei et Gaff 2003 ; Sadras, 1996; Brook *et al.*, 1992; Jenkins *et al.*, 1986; Mann, 1997; Stewart *et al.*, 2001), mais cette aptitude à la compensation dépend aussi bien des facteurs biotiques (périodes d'occurrence et niveau d'infestation parasitaire) que des facteurs abiotiques (Sadras, 1995). Ainsi, la rationalisation de la protection phytosanitaire dans le respect de l'environnement, nécessite de mettre au point des grilles d'aide à la décision en tenant compte des mécanismes de régulation naturelle par le cotonnier.

La présente étude vise (i) à évaluer l'aptitude du cotonnier à compenser les pertes d'organes floraux induites par les dégâts simulés de chenilles carpophages en culture pluviale et, (ii) d'analyser les mécanismes agro-physiologiques sous jacents.

2. Matériels et méthodes

Deux dispositifs d'expérimentation ont été conduits pendant deux années (2002 et 2004) à Guiring-Maroua (10° 30') et Djalingo-Garoua (9° 30'), au Nord Cameroun. Ces sites sont caractérisés par des sols ferrugineux sur gness (Brabant et Gavaud, 1985), de textures sablo-limoneux, à faible teneur en

matières organiques. Le climat est de type tropical à 2 saisons plus ou moins contrastées : une saison de pluies qui dure 4 à 6 mois et une saison sèche qui s'étale sur le reste de l'année (Olivery, 1986).

Les deux dispositifs se distinguent par la date de mise en place de la culture. Le dispositif n°1 correspond aux semis précoces effectués entre fin juin et début juillet, il a été conduit à Guiring en 2002 et dans les 2 localités (Guiring et Djalingo) en 2004. Le dispositif n°2 correspond aux semis tardifs (deuxième quinzaine de juillet), il n'a été mis en place qu'à Guiring pendant les 2 années (tableau 1). La variété IRMA A1239, une des 3 variétés vulgarisées au Cameroun a été utilisée dans toutes les expérimentations. Une fertilisation minérale à base d'un engrais complexe NPKSB de formulation 22.10.15.5.1 a été appliquée 3 semaines après la levée, à raison de 200 kg/ha dans toutes les parcelles. Cette fumure fut complétée, 2 semaines plus tard, par un apport de 25 kg/ha de nitrate de potassium. A Djalingo, 23 unités d'azote sous forme d'urée ont été appliquées en plus, en même temps que le nitrate de potassium. Les adventices ont été régulièrement éliminées des parcelles par un sarclage manuel. Le contrôle des principaux ravageurs (chenilles carpophages, chenilles phyllophages et acariens) a été assuré grâce traitements insecticides à base d'un mélange extemporané de pyréthrinoides (36 g/ha) et d'organophosphorés (150 g/ha) effectués toutes les semaines entre la date d'apparition du 1er bouton floral (40 Jal en moyenne) et la date d'ouverture de la première capsule. Deux à trois traitements d'aphicides à base d'acétamipride à 10 g.m.a/ha ont été réalisés chaque année, pour limiter les pullulations de pucerons en début et en fin de cycle.

Chaque expérimentation est conduite selon un dispositif en blocs de Fisher à 4 répétitions. Les parcelles élémentaires sont constituées de 6 lignes de 10 m de long, avec des écartements de 80 cm entre lignes et 25 cm entre plants sur la ligne. Trois niveaux de dégâts simulés de lépidoptères carpophages (témoin et 2 intensités d'ablation d'organes floraux) sont étudiés. Les dégâts ont été réalisés, pendant la première semaine de floraison, en détruisant manuellement des boutons floraux sur tous les plants situés dans les 4 lignes centrales des parcelles à endommager. Une placette de 9.6 m² (3 m x 3.2 m) a été délimitée au milieu de chaque parcelle élémentaire pour les observations et mesures. Les intensités de dégâts créés sont de l'ordre de 10% d'organes floraux détruits par rapport au nombre total de sites initiés pour le premier niveau de dégâts (D1), et de 20% pour le second niveau de dégâts (D2). Ces dégâts correspondent aux dommages susceptibles d'être générés par une population 10 000 et 20 000 chenilles d'*Helicoverpa armigera* / ha pour les niveaux D1 et D2 respectivement. Le nombre moyen d'organes floraux à détruire sur chaque plante a été déterminé par simulation à l'aide du modèle CotonSimbad (Nibouche *et al.*, 2003). Afin de simuler au mieux les dégâts occasionnés par un stade larvaire d'*H. armigera* dont la durée est d'environ 15 jours, les ablations ont été réalisées en début de floraison (DF), puis une semaine plus tard (DF + 7 jours) (tableau 1). A chaque intervention, seuls les boutons floraux situés en première position des branches fructifères ont été détruits. Les différents niveaux de dégâts ainsi créés sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 1 : Dates de semis et de destruction des organes floraux à Guiring et Djalingo au cours des 2 années d'expérimentation.

Site	Année	Expérimentation n°1			Expérimentation n°2		
		Semis	Ablation d'organes		Semis	Ablation d'organes	
			1 ^{ère} date	2 ^{ème} date		1 ^{ère} date	2 ^{ème} date
Guiring	2002	25/6	22/8	28/8	17/7	12/9	18/9
Guiring	2004	06/7	03/9	10/9	25/7	22/9	29/9
Djalingo	2004	05/7	02/9	09/9	--	--	--

Tableau 2 : Intensités de dégâts et taux d'abscission total des sites fructifères sur un plant moyen à la fin des ablations d'organes. OF : organes floraux ; % d'OF détruits : nombre de boutons floraux détruits en $P1 \times 100 / \text{nombre total d'organes floraux présents}$; % abscission totale = nombre total d'organes abscissés $\times 100 / \text{nombre total de sites fructifères initiés}$.

Sites / Années	Variables	Dispositif 1 (semis précoce)			Dispositif 2 (semis tardif)		
		T	D1	D2	T	D1	D2
Guiring 2002	Nombre d'OF détruits	0	3	5	0	3	5
	% OF détruits	0.0	9.6 ± 2.6	16.8 ± 4.3	0.0	11.6 ± 2.5	17.8 ± 4.4
	% abscission totale	12.9 ± 7.2	22.3 ± 8.2	28.0 ± 10.6	5.6 ± 5.7	15.9 ± 3.5	27.7 ± 9.0
Guiring 2004	Nombre d'OF détruits	0	3	5	0	3	5
	% org. floraux détruits	0.0	12.0 ± 3.5	19.9 ± 4.5	0.0	10.4 ± 1.7	19.1 ± 4.9
	% abscission totale	2.3 ± 2.2	14.6 ± 6.5	21.8 ± 5.3	5.7 ± 2.4	15.2 ± 2.3	24.2 ± 5.5
Djalín- go 2004	Nombre d'OF détruits	0	3	6	-	--	--
	% org. floraux détruits	0.0	10.5 ± 2.4	22.3 ± 4.9	--	--	--
	% abscission totale	4.6 ± 2.7	14.4 ± 4.8	23.9 ± 5.9	--	--	--

Les données climatiques journalières (pluviométrie, températures minimum (Tmin) et maximum (Tmax), humidité relative moyenne de l'air (HRmoy), la vitesse du vent (U) et l'irradiation (Rg) sont enregistrées à l'aide d'une station météorologique (Pessl) située près des blocs d'expérimentation.

Le niveau de satisfaction en eau du couvert a été estimé par le rapport Évapotranspiration réelle (ETR) sur Évapotranspiration maximale (ETM) calculé à l'aide d'un modèle de bilan hydrique (Sarrabil) (Baron *et al.*, 1996). Les valeurs d'évapotranspiration potentielles journalières (ETP) ont été estimées par la méthode de Penman (Doorenbos et Pruitt, 1976) à partir des données climatiques pluriannuelles (1952-1970) recueillies à Bébédja (Tchad), dans une région agro-écologique proche de celle de notre zone d'étude. Les coefficients (Kc) ont été fixés en fonction des stades phénologiques de la plante, sur la base des références FAO (Doorenbos et Kassam, 1980) ; ils passent de 0.4 en début de cycle à 1.2 entre la floraison et l'arrêt de croissance (« cut-out ») pour se stabiliser à 0.7 en fin de cycle. La réserve utile des sols a été fixée à 90 mm/m comme celle de la plupart des sols ferrugineux sableux de la région (Donfact *et al.*, 1997).

La dynamique de développement des plants a été suivie sur 3 ou 4 plants choisis au hasard dans chaque placette, à l'aide de technique du « *plant mapping* ». Cette technique consiste à noter, à chacune des dates d'observation espacées de 7 à 10 jours, (i) la nature des branches sur les nœuds de la tige principale (non développée, végétative ou fructifère), (ii) l'état (présent ou abscissé) et la nature (bouton floral, fleur, capsule verte ou capsule ouverte) des organes floraux et fructifères. Les taux d'abscission des organes reproducteurs par plant correspond au pourcentage d'organes tombés par rapport au nombre total de sites fructifères initiés.

En fin de saison, les récoltes de coton graine ont été effectuées en 2 étapes au niveau de chaque placette. La première étape correspond à la récolte sur les plants marqués (ayant fait l'objet du « *plant mapping* ») où chaque capsule ouverte est récoltée individuellement et référencée, et la seconde étape correspond à une collecte globale du coton graine sur les plants restants. La production totale de coton graine dans une placette est obtenue en additionnant les récoltes de tous les plants (marqués ou non).

L'analyse statistique de données a été effectuée à l'aide du logiciel SYSTAT-Version 8. Lorsqu'une différence globale (au seuil alpha de 5%) entre traitements est significative, des comparaisons de moyennes sont effectuées selon le test de Fisher (LSD).

3. Résultats

3.1. Disponibilité en eau et période de récupération

La pluviométrie à Djalingo en 2004 a été nettement supérieure à celle de Guiring en 2002 et 2004. Les cumuls pluviométriques annuels enregistrés sont de 995 mm à Djalingo contre 568 mm à Guiring en 2004 et 551 mm à Guiring en 2002. Bien que les pluviométries annuelles à Guiring soient très proches d'une année à l'autre, on note une certaine variabilité quant à leur répartition au cours de l'année. Ainsi, la pluviométrie post-semis dans les parcelles semées précocement (Expérimentation 1) est de 454 mm en 2002, contre seulement 394 mm en 2004. Dans les parcelles semées tardivement (Expérimentation 2), 380 mm d'eau sont tombés après le semis en 2002 contre 307 mm en 2004.

La figure 1 montre l'évolution de la pluviométrie et de l'état hydrique du couvert au cours du temps. Elle révèle l'apparition d'un stress hydrique sévère ($ETR/ETM \leq 0,4$) à partir de 99, 83 et 119 JAL à Guiring 2002, Guiring 2004 et Djalingo 2004 respectivement (figure 1B). Pour les cultures mises en place tardivement, les stress hydriques apparaissent plus tôt, dès le 76^{ème} JAL en 2002 et vers le 61^{ème} JAL en 2004 (figure 1C).

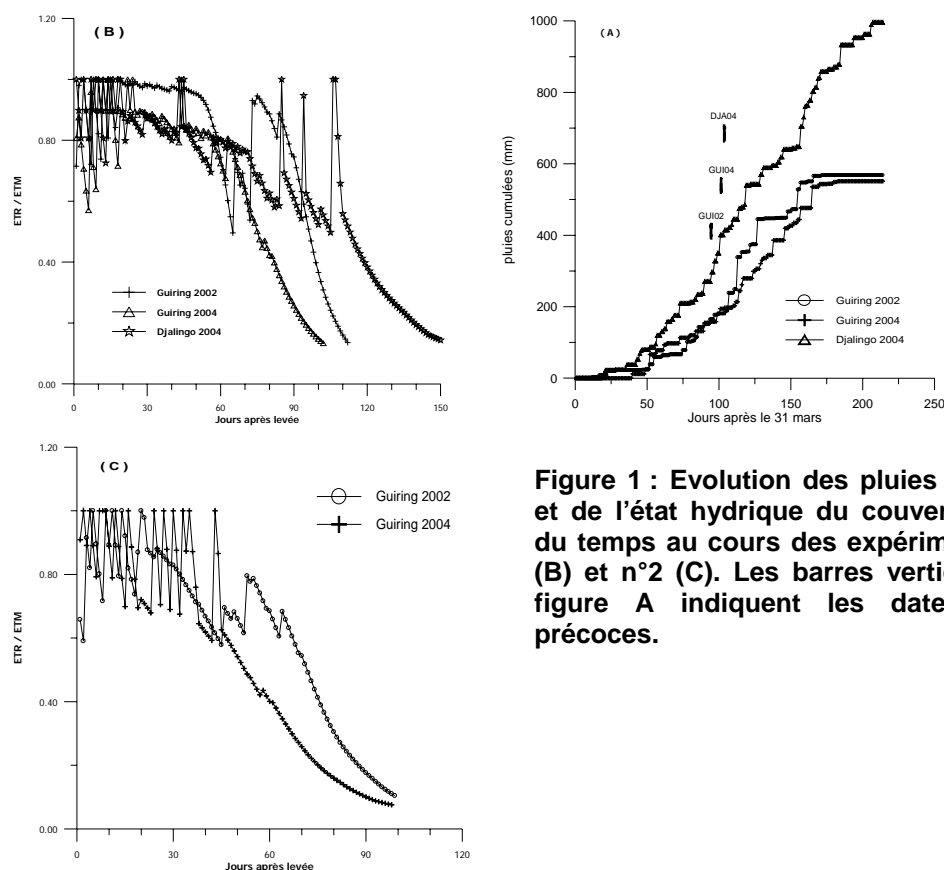


Figure 1 : Evolution des pluies cumulées (A) et de l'état hydrique du couvert en fonction du temps au cours des expérimentations n°1 (B) et n°2 (C). Les barres verticales dans la figure A indiquent les dates de semis précoces.

3.2. Rendement en coton graine et composantes de rendement

Dans les parcelles semées précocement (expérimentation 1), l'interaction entre les dégâts d'insectes et les conditions culturales (combinaison site/année) n'est pas significative ($p > 0.05$) pour les trois variables de production (rendement, nombre de capsules et poids moyen capsulaire). Il ressort des comparaisons de rendements en coton graine que le site de Djalingo a été plus productif que celui de Guiring. Le rendement de Guiring en 2002 est significativement supérieur à celui obtenu en 2004 (tableau 3). Le nombre de capsules ainsi que le poids moyen capsulaire sont significativement différents entre les 3 conditions culturales (Dja04, Gui04 et Gui02) (tableau 3).

Tableau 3 : Rendement en coton graine, nombre de capsules et poids moyen capsulaire en fonction des dégâts d'insectes et des conditions du milieu. *Expérimentation 1* : Guiring en 2002 (Gui02) ; Guiring en 2004 (Gui04) et Djalingo en 2004 (Dja04).

Traitements	Rendement (g / m ²)			Nombre de capsules par m ²			Poids moyen d'une capsule (g)		
	Gui02	Gui04	Dja04	Gui02	Gui04	Dja04	Gui02	Gui04	Dja04
Control	222.7b	124.9c	249.5a	60.9a	50.0b	56.4a	3.67b	2.54c	4.43a
D1	237.6b	120.9c	281.9a	65.7a	43.5b	59.6a	3.62b	2.91c	4.75a
D2	215.7b	115.9c	265.4a	62.2a	38.8b	59.2a	3.52b	3.08c	4.47a
Moyenne	225.3b	120.6c	265.6a	62.9a	44.1b	58.4a	3.6b	2.8c	4.6a
PPDS ¹ (0.05)	40.3			4.6			0.76		

¹ Plus Petite Différence Significative au seuil de 5%. Les valeurs suivies d'une même lettre dans une colonne ou ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

L'absence d'interaction entre dégâts d'insectes et milieux de culture, permet d'analyser l'effet des dégâts simulés d'insectes indépendamment des potentialités du milieu. Les résultats de cette analyse montrent que les parcelles endommagées (traitements D1 et D2) produisent autant de coton graine que les parcelles témoins sans dégâts (traitement T) (tableau 4). Le nombre de capsules récoltées par unité de surface est équivalent entre les témoins sans dégâts et les parcelles ayant subi des ablations d'organes floraux (tableau 4). Aucune différence de poids moyen capsulaire n'est observée entre plants endommagés et les témoins (tableau 4).

Tableau 4 : Effets des dégâts d'insectes simulés sur les variables de production. *Expérimentation 1*.

Variables	Niveaux de dégâts d'insectes			P	CV ¹ (%)
	T	D1	D2		
Rendement (g/m ²)	196.3	201.7	187.9	0.43	13.1
Nombre de capsules / m ²	54.8	55.8	52.7	0.79	19.6
Poids moyen capsulaire (g)	3.58	3.61	3.56	0.98	16.4

¹ Coefficient de variation

Dans les parcelles installées tardivement (expérimentation 2), les effets des dégâts sur le rendement et sur le nombre de capsules matures ne sont pas liés aux conditions de l'année (interaction entre dégâts d'insectes et années non significative (P>0.05)) (tableau 5). Pour ces deux variables, aucune différence significative n'est observée entre années, mais on note un effet significatif des dégâts d'insectes simulés. Le tableau 5 montre que les rendements moyens des 2 années sont significativement plus faibles dans les parcelles endommagées (traitements D1 et D2) que dans les parcelles témoins sans dégâts. Contrairement aux deux premières variables de production, le poids moyen capsulaire varie en fonction des niveaux de dégâts de lépidoptères et des conditions de l'année (interaction entre dégât et année significative (P=0.03), mais la tendance globale est à la réduction du poids moyen individuel des capsules sur les plants endommagés (tableau 5).

Tableau 5 : Rendement (en coton graine) et ses composantes en fonction des dégâts d'insectes et des conditions de l'année. Expérimentation 2.

Traite- ments	Rendement (g/m ²)			Nombre de capsules/m ²			Poids d'une capsule (g)		
	2002	2004	Moy.	2002	2004	Moy.	2002	2004	Moy.
T	117.3	101.0	109.2 a ¹	39.4	32.7	36.1 a	2.97 a	3.10 a	3.04 a
D1	85.2	78.2	81.7 b	28.8	30.0	29.4 b	2.95 a	2.64 b	2.80 b
D2	78.0	64.0	71.0 c	27.5	24.7	26.1 b	2.82 b	2.62 b	2.72 c
Moyenne	93.5	81.1	87.3	31.9	29.1	30.5	2.91	2.79	2.85
PPDS ² (0.05)		10.7			3.5			0.08	

Chaque valeur est une moyenne des 4 répétitions.

¹ Les valeurs suivies d'une même lettre dans une colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%. ² Plus Petite Différence Significative au seuil de 5%.

3.3. Développement reproducteur

Dans le cas des semis précoces (expérimentation 1), les dégâts simulés de ravageurs n'affectent pas la dynamique de développement reproducteur. Aussi, peut on noter que le rythme de mise en place des sites fructifères est identique pour tous les niveaux de dégâts, et ce quelque soit les conditions du milieu (figure 2A, 2B, et 2C). Le nombre total de sites fructifères émis par plant moyen à Djalingo est supérieur (+55%) à ceux de Guiring. Malgré une importante différence en terme de développement fructifère entre les parcelles de Guiring en 2002 et Djalingo en 2004, le nombre total de capsules arrivant à maturité est relativement proche dans les 2 situations culturales (62.9 capsules/m² et Guiring en 2002 et 58.4 capsules/m² à Djalingo en 2004).

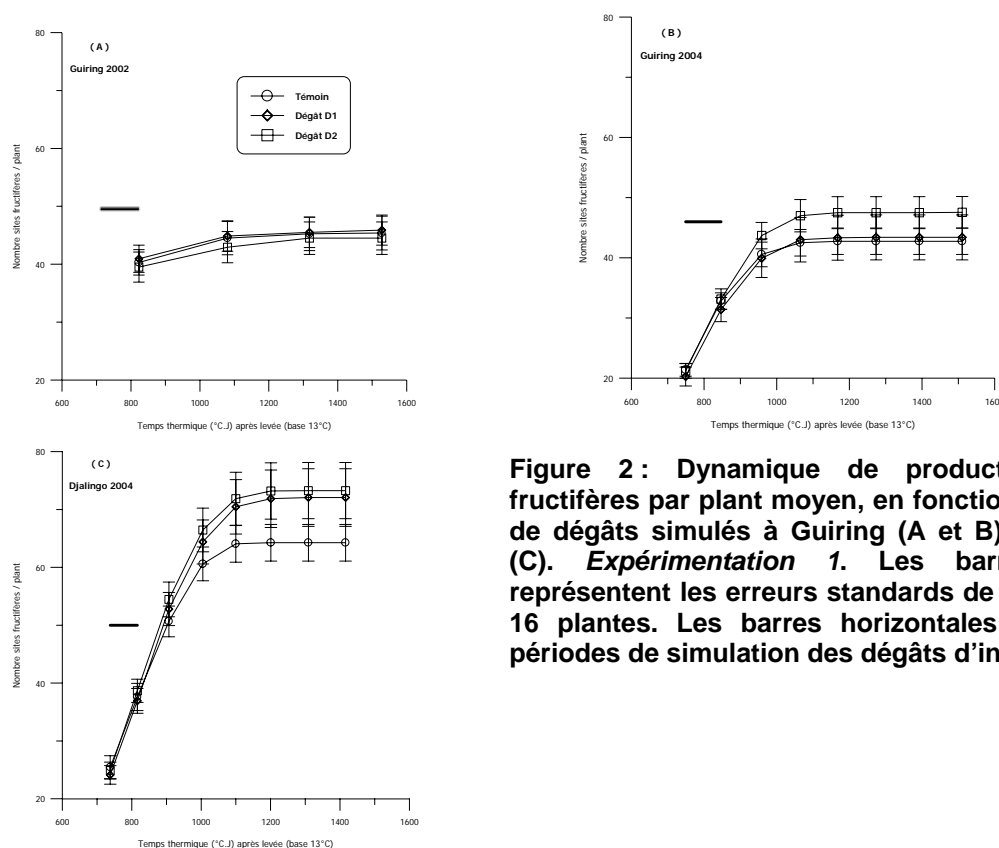


Figure 2 : Dynamique de production de sites fructifères par plant moyen, en fonction de l'intensité de dégâts simulés à Guiring (A et B), et à Djalingo (C). Expérimentation 1. Les barres verticales représentent les erreurs standards de la moyenne de 16 plantes. Les barres horizontales indiquent les périodes de simulation des dégâts d'insectes.

Comme dans le cas du semis précoce, la vitesse d'émission des sites fructifères dans les parcelles semées tardivement (expérimentation 2) n'est pas modifiée par les dégâts d'insectes simulés (Figure 3). Le nombre total de sites fructifères émis en fin de cycle n'est pas significativement différent d'une année à l'autre.

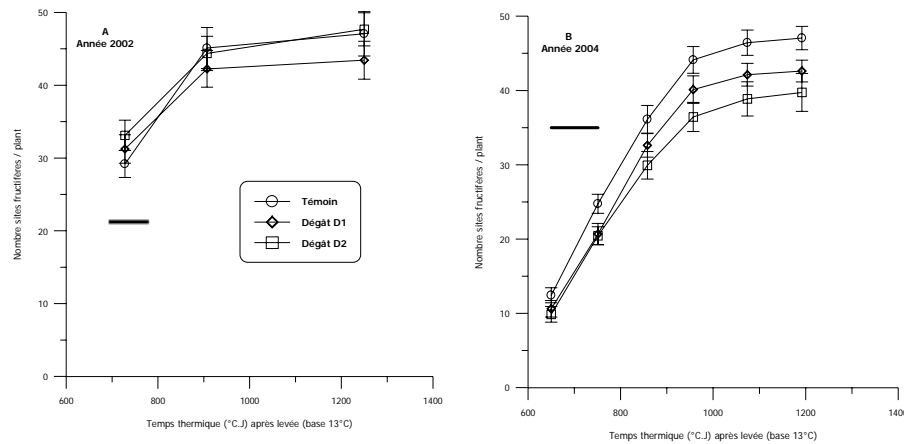


Figure 3 : Dynamique de mise en place de sites fructifères sur le plant moyen en fonction des dégâts simulés en 2002 (A) et 2004 (B). Expérimentation 2.

La figure 4 présente les taux d'abscission des sites fructifères dans les parcelles installées précocement. On y note que les dégâts d'insectes entraînent une réduction progressive des taux d'abscission dès la fin d'imposition de la contrainte pour atteindre un niveau comparable à celui du témoin au bout d'une à trois semaines selon les années et localités. Une comparaison en fin de cycle, des taux d'abscission cumulés entre les 3 situations culturales montre que la chute des organes floraux et fructifères sont plus faibles à Guiring en 2002, et plus importantes à Guiring en 2004 (65.9% ; 80.3% et 73.5% pour Guiring en 2002, Guiring en 2004 et Djalingo en 2004 respectivement).

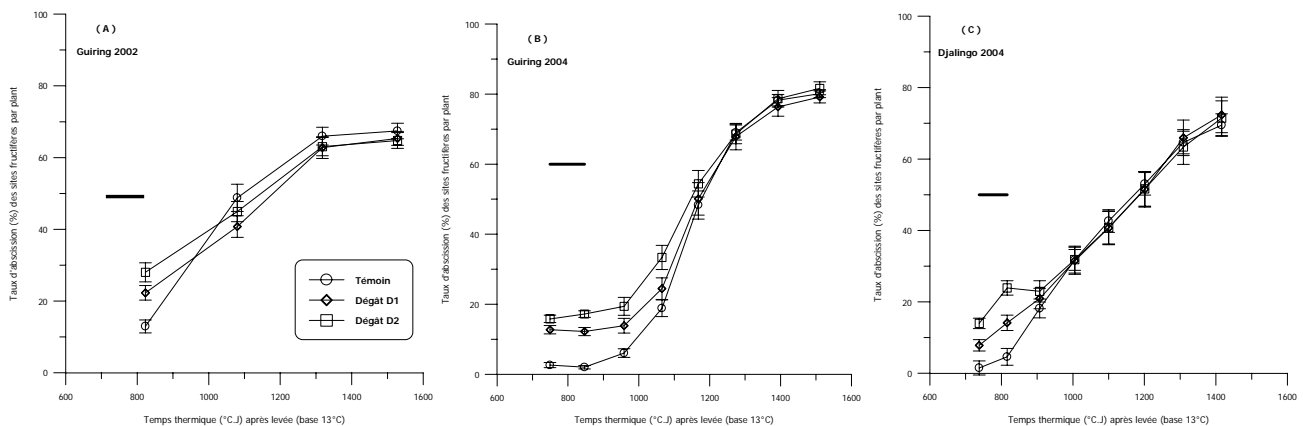


Figure 4 : Effets des dégâts simulés d'insectes sur l'abscission des sites organes floraux et fructifères. Expérimentation 1. Le nombre d'organes abscissés à chaque date est exprimé en pourcentage du nombre total de sites fructifères initiés sur un plant. Les barres verticales représentent les erreurs standards de la moyenne des 16 plants. Les traits horizontaux indiquent les périodes de simulation des dégâts d'insectes.

Dans le cas des semis tardifs en revanche (expérimentation 2), les écarts d'abscission créés en début de floraison entre les plants endommagés et les plants témoins se maintiennent jusqu'en fin de cycle (figure 5).

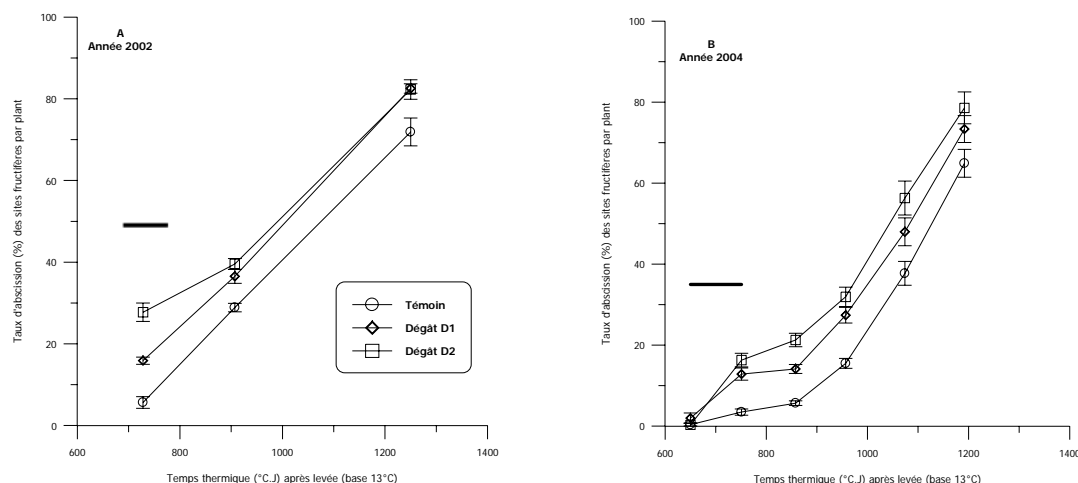


Figure 5 : Effets des dégâts d'insectes simulés sur la dynamique d'abscission des sites fructifères au niveau du plant moyen. Expérimentation 2. Les barres verticales représentent les erreurs standards de la moyenne de 16 plantes. Les traits horizontaux indiquent les périodes de simulation des dégâts d'insectes.

4. Discussion

Lorsque les conditions climatiques pendant la période post-floraison sont favorables comme ce fut le cas des semis précoces, les plants infestés en début de floraison produisent autant de coton graine que les témoins sans dégât. Ces résultats sont en conformité avec ceux de Ungar *et al.* (1987) en Israël et de Jones *et al.* (1996) aux USA, qui obtiennent une production de fibre équivalente entre les plants témoins et les plants endommagés sur lesquels de gros boutons floraux avait été arrachés en début de floraison. Ihrig *et al.* (1996) abonde dans le même sens en rapportant qu'une destruction de 10% à 30% de boutons floraux en première position des branches fructifères n'affecte pas le rendement en fibre.

Les capacités de compensation de la plante ne sont pas affectées par les variations de potentiel de production du milieu de culture, puisqu'elles sont maintenues aussi bien dans les parcelles à fort potentiel de production (Djalango 2004 et Guiring 2002) que dans les parcelles à faible potentiel (Guiring 2004).

Sur le plan physiologique, la compensation résulte du maintien par les plants endommagés, d'une assimilation carbonée comparable voire supérieure à celle des témoins pendant la période post-dégâts. Trois hypothèses ont été émises par Sadras (1995) à partir des travaux de Hearn et Room (1979), Kletter et Wallach (1982) et Brook *et al.*, (1992) pour expliquer les mécanismes de compensation.

La première hypothèse fait référence à une réponse passive différée. Elle stipule que les assimilats initialement destinés aux organes détruits, seraient prioritairement alloués aux organes végétatifs, et en particulier aux racines dont le développement permet un accroissement de la surface foliaire et un gain ultérieur d'assimilats. Le gain en ressources carbonées et azotées ainsi réalisé favorise la rétention des sites fructifères qui auraient dû être abscissés physiologiquement en l'absence de dégâts.

La seconde hypothèse repose sur une réponse active instantanée. Selon cette hypothèse, les ressources carbonées et minérales destinées aux organes détruits seraient immédiatement orientées vers les organes fructifères en place. Cette remobilisation instantanée des assimilats entraîne un accroissement en masse des capsules.

La troisième hypothèse porte sur le caractère actif différé de la réponse de la plante. Dans ce cas, la remobilisation des assimilats initialement destinées aux organes détruits entraînerait une augmentation de la vitesse et/ou de la durée de floraison. Ce changement de la dynamique de développement reproducteur conduit à la production de sites fructifères supplémentaires. Un quatrième type de réponse, dite passive instantanée, très peu fréquent, est susceptible d'être

observé. Il se produit dans le cas où les organes fructifères détruits correspondraient à ceux qui seraient tombés physiologiquement même en l'absence d'insectes.

Nos résultats montrent que dans les parcelles installées précocement, les plantes réagissent aux dégâts d'insectes simulés en améliorant leur capacité de rétention des organes fructifères pendant la période post-dégât. La compensation dans ce cas de figure implique une réponse passive différée. Ce type de réponse du cotonnier aux dégâts d'insectes a été également observé par Stewart *et al.* (2001) dans les situations où les conditions climatiques n'étaient pas propices au développement de sites fructifères supplémentaires.

5. Conclusion

Notre étude révèle qu'une installation tardive de la culture affecte négativement la production de coton-graine, parce que la majorité des capsules se développent pendant une période de déficit hydrique consécutive à l'arrêt précoce des pluies. Dans ces conditions, les destructions d'organes floraux en début de floraison, affectent deux fonctions d'élaboration du rendement (remplissage des capsules, et le taux d'abscission des sites fructifères), qui entraînent une baisse de rendement.

En revanche, lorsque les semis sont effectués précocement, les ressources hydriques au cours du développement reproducteur sont favorables à la maturité de la plupart des capsules. Dans ce cas, les dégâts d'insectes faibles à modérés, qui surviennent en début de floraison, n'ont pas d'incidence sur le rendement en coton-graine. Cette tolérance des plantes à la contrainte biotique, résulte d'une réduction des taux d'abscission des sites fructifères pendant la période post-dégâts. Les organes floraux détruits sur la première position des branches fructifères, ont été remplacés par des capsules supplémentaires retenues au niveau des positions distales (positions 2 à 5) des branches fructifères et sur les branches végétatives (non montré).

Les différentes variables mesurées au cours de cette étude permettront de vérifier l'adéquation entre les observations en champ et les sorties générées par les modèles de simulation, puis d'implémenter ces modèles, si nécessaire, en vue d'élaborer des grilles d'aide à la décision en matière de protection phytosanitaire.

6. Références bibliographiques

- Baron C., Perez P., Maraun F., 1996.** Sarrabil : Bilan hydrique à la parcelle. Analyses comparatives des bilans annuels ou pluriannuels. Analyses des risques climatiques. CIRAD.
- Brabant P. and Gavaud, M., 1985.** Les sols et les ressources en terre du Nord-Cameroun. ORSTOM, Paris, MESRES et IRA Cameroun, collection notice explicative, n° 103 : 285 p.
- Brévault T., Beyo J., Nibouche S., Vaissayre M., 2002.** La résistance des insectes aux insecticides. Problématique et enjeux en Afrique Centrale. In Savanes Africaines : des espaces en mutation, Montpellier CIRAD.
- Brook, K.D., Hearn, A.B. and Kelly, C.F., 1992.** Response of cotton, *Gossypium hirsutum* L., to damage by insect pests in Australia : Compensation for early season fruit damage. J. Econ. Entomol. 85 (4) : 1378-1386.
- Donfack P., Seiny B. and M'biandoun M., 1997.** Les grandes caractéristiques du milieu physique. Actes du colloque Agricultures des Savanes du Nord Cameroun : vers un développement solidaire des savanes d'Afrique Centrale. Garoua, novembre 1996. In Seiny B. L., Poulain J-F. and Faure G. (eds) : 29-41.
- Doorenbos J., Kassam A.H., 1980.** Réponse des rendements à l'eau. Rome, bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 33.
- Doorenbos J., Pruitt W.O., 1976.** Les besoins en eau des cultures. Rome, Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n° 24.
- Hearn, A.B. and Room, P.M., 1979.** Analysis of crop development for cotton pest management. Prot. Ecol. 1 : 265-277.

- Ihrig, R.A., Bradley, J.R., Van Duyn J.W., and Herbert A., 1996.** The effect of early season terminal bud and square removal in cotton yield in North Carolina. In Duggler P. and Richter D.A., (eds.), *Proceedings Beltwide Cotton Production Research Conferences* : 941-945.
- Jenkins, J.N., Parrott, W.L., McCarty, J.C., and Dearing L., 1986.** Performance of cottons infested with tobacco bud-worm. *Crop Sci.* 26 : 93-95.
- Jones, M.A., Wells R., and Guthrie D.S., 1996.** Cotton response to seasonal patterns of flower removal : II. Growth and dry matter allocation. *Crop Sci.* 36 : 639-645.
- Kletter, E., and Wallach, D., 1982.** Effects of fruiting form removal on cotton reproductive development. *Field Crops Res.* 5 : 69-84.
- Lei T.T. and Gaff N., 2003.** Recovery from terminal and fruit damage by dry season cotton crops in tropical Australia. *J. Econ. Entomol.* 96 (3) : 730-736.
- Mann, J.E., Turnipseed, S.G., Sullivan, M.J., Adler, P.H., Durant J.A., and May, O.L., 1997.** Effects of early-season loss of Flower buds on yield, quality, and maturity of cotton in South California. *J. Econ. Entomol.* 90 (5) : 1324-1331.
- Nibouche S., Martin P., Cretenet M., Jallas E. and Turner S., 2003.** CotonSimbad System: modeling feeding behavior of cotton bollworms for evaluation of crop pest interaction. *Proceedings Beltwide Cotton Conferences*. Nashville, TN. Memphis (Tennessee): National Cotton Council.
- Oliver J.C., 1986.** *Fleuves et rivières du Cameroun*. ORSTOM, Coll. Monographies hydrologiques n°9, Paris. 733 P.
- Renou, A. et Deguine, J.P., 1992.** Ravageurs et protection de la culture cotonnière au Cameroun., *Cot. Fib. Trop. Série études, documents et synthèse.* 13 : 26p
- Sadras, V.O., 1995.** Compensation growth in cotton after loss of reproductive organs. *Field Crops Res.* 40 : 1-18.
- Sadras, V.O., 1996.** Cotton compensatory growth after loss of reproductive organs as affected by availability of resources and duration of recovery period. *Oecologia.* 106 : 1-18.
- Silvie P., Gozé E., 1991.** Estimation des pertes de production dues aux ravageurs du cotonnier au Tchad. *Coton et Fibres Tropicales.* 46 (1) : 15-32.
- Stewart S.D., Layton M.B., Williams M.R., Ingram D. and Maily W., 2001.** Response of cotton to prebloom square loss. *J. Econ. Entomol.* 94 (2) : 388-396.
- Ungar, E.D., Wallach D., and Kletter E., 1987.** Cotton response to bud and boll removal. *Agron J.* 79 : 491-497.